

## C.1 Überblick

- E-/A-Funktionalität nicht Teil der Programmiersprache
- Realisierung durch "normale" Funktionen
  - Bestandteil der Standard-Funktionsbibliothek
  - einfache Programmierschnittstelle
  - effizient
  - portabel
  - betriebssystemnah
- Funktionsumfang
  - Öffnen/Schließen von Dateien
  - Lesen/Schreiben von Zeichen, Zeilen oder beliebigen Datenblöcken
  - Formatierte Ein-/Ausgabe

## C.2 Standard Ein-/Ausgabe

- Jedes C-Programm erhält beim Start automatisch 3 E-/A-Kanäle:
  - ◆ **stdin** Standardeingabe
    - normalerweise mit der Tastatur verbunden, Umlenkung durch <
    - Dateiende (EOF) wird durch Eingabe von CTRL-D am Zeilenanfang signalisiert
  - ◆ **stdout** Standardausgabe
    - normalerweise mit dem Bildschirm (bzw. dem Fenster, in dem das Programm gestartet wurde) verbunden, Umlenkung durch >
  - ◆ **stderr** Ausgabekanal für Fehlermeldungen
    - normalerweise ebenfalls mit Bildschirm verbunden
- automatische Pufferung
  - ◆ Eingabe von der Tastatur wird normalerweise vom Betriebssystem zeilenweise zwischengespeichert und erst bei einem NEWLINE-Zeichen ('\n') an das Programm übergeben!

## C.3 Öffnen und Schließen von Dateien

- Neben den Standard-E/A-Kanälen kann ein Programm selbst weitere E/A-Kanäle öffnen
  - Zugriff auf Dateien
- Öffnen eines E/A-Kanals
  - Funktion fopen
  - Prototyp:
 

```
FILE *fopen(char *name, char *mode);
```

<b>name</b>	Pfadname der zu öffnenden Datei
<b>mode</b>	Art, wie die Datei geöffnet werden soll
"r"	zum Lesen
"w"	zum Schreiben
"a"	append: Öffnen zum Schreiben am Dateiende
"rw"	zum Lesen und Schreiben
  - Ergebnis von fopen:
    - Zeiger auf einen Datentyp FILE, der einen Dateikanal beschreibt
    - im Fehlerfall wird ein NULL-Zeiger geliefert

## C.3 Öffnen und Schließen von Dateien (2)

- Beispiel:
 

```
#include <stdio.h>

main(void) {
    FILE *eingabe;
    char dateiname[256];

    printf("Dateiname: ");
    scanf("%s\n", dateiname);

    if ((eingabe = fopen(dateiname, "r")) == NULL) {
        /* eingabe konnte nicht geöffnet werden */
        perror(dateiname); /* Fehlermeldung ausgeben */
        exit(1);          /* Programm abbrechen */
    }

    ... /* Programm kann jetzt von eingabe lesen */
    ... /* z. B. mit c = getc(eingabe) */
}
```
- Schließen eines E/A-Kanals
 

```
int fclose(FILE *fp)
```

  - schließt E/A-Kanal fp

## C.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben

### ■ Lesen eines einzelnen Zeichens

◆ von der Standardeingabe

```
int getchar ( )
```

- lesen das nächste Zeichen
- geben das gelesene Zeichen als `int`-Wert zurück
- geben bei Eingabe von `CTRL-D` bzw. am Ende der Datei `EOF` als Ergebnis zurück

◆ von einem Dateikanal

```
int getc(FILE *fp )
```

### ■ Schreiben eines einzelnen Zeichens

◆ auf die Standardausgabe

```
int putchar(int c)
```

- schreiben das im Parameter `c` übergeben Zeichen
- geben gleichzeitig das geschriebene Zeichen als Ergebnis zurück

◆ auf einen Dateikanal

```
int putc(int c, FILE *fp )
```

## C.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben (3)

... Beispiel: copy-Programm  
— Fortsetzung

```
/* ... */  
while ( (c = getc(quelle)) != EOF ) {  
    putc(c, ziel);  
}  
  
fclose(quelle);  
fclose(ziel);  
}
```

Teil 2: kopieren

## C.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben (2)

### ■ Beispiel: copy-Programm

```
#include <stdio.h>                                     Teil 1: Dateien öffnen  
  
main(int argc, char *argv[]) {  
    FILE *quelle;  
    FILE *ziel;  
    char quelldatei[256], zieldatei[256];  
    int c;                                             /* gerade kopiertes Zeichen */  
  
    printf("Quelldatei und Zieldatei eingeben: ");  
    scanf("%s %s\n", quelldatei, zieldatei);  
  
    if ((quelle = fopen(quelldatei, "r")) == NULL) {  
        perror(quelldatei); /* Fehlermeldung ausgeben */  
        exit(1);           /* Programm abbrechen */  
    }  
  
    if ((ziel = fopen(zieldatei, "w")) == NULL) {  
        perror(zieldatei); /* Fehlermeldung ausgeben */  
        exit(1);           /* Programm abbrechen */  
    }  
  
    /* ... */  
}
```

## C.5 Formatierte Ausgabe

### 1 Bibliotheksfunktionen — Prototypen (Schnittstelle)

```
int printf(char *format, /* Parameter */ ... );  
int fprintf(FILE *fp, char *format, /* Parameter */ ... );  
int sprintf(char *s, char *format, /* Parameter */ ... );  
int snprintf(char *s, int n, char *format, /* Parameter */ ... );
```

■ Die statt ... angegebenen Parameter werden entsprechend der Angaben im `format`-String ausgegeben

- bei `printf` auf der Standardausgabe
- bei `fprintf` auf dem Dateikanal `fp` (für `fp` kann auch `stdout` oder `stderr` eingesetzt werden)
- `sprintf` schreibt die Ausgabe in das `char`-Feld `s` (achtet dabei aber nicht auf das Feldende -> potentielle Sicherheitsprobleme!)
- `snprintf` arbeitet analog, schreibt aber maximal nur `n` Zeichen (`n` sollte natürlich nicht größer als die Feldgröße sein)

## 2 Formatangaben

- Zeichen im `format`-String können verschiedene Bedeutung haben
  - ▶ normale Zeichen: werden einfach auf die Ausgabe kopiert
  - ▶ Escape-Zeichen: z. B. `\n` oder `\t`, werden durch die entsprechenden Zeichen (hier Zeilenvorschub bzw. Tabulator) bei der Ausgabe ersetzt
  - ▶ Format-Anweisungen: beginnen mit `%`-Zeichen und beschreiben, wie der dazugehörige Parameter in der Liste nach dem `format`-String aufbereitet werden soll
- Format-Anweisungen
  - `%d`, `%i` `int` Parameter als Dezimalzahl ausgeben
  - `%f` `float` oder `double` Parameter wird als Fließkommazahl (z. B. 271.456789) ausgegeben
  - `%e` `float` oder `double` Parameter wird als Fließkommazahl in 10er-Potenz-Schreibweise (z. B. 2.714567e+02) ausgegeben
  - `%c` `char`-Parameter wird als einzelnes Zeichen ausgegeben
  - `%s` `char`-Feld wird ausgegeben, bis `'\0'` erreicht ist

## 2 Bearbeitung der Eingabe-Daten

- *White space* (Space, Tabulator oder Newline `\n`) bildet jeweils die Grenze zwischen Daten, die interpretiert werden
  - ▶ *white space* wird in beliebiger Menge einfach überlesen
  - ▶ Ausnahme: bei Format-Anweisung `%c` wird auch *white space* eingelesen
- Alle anderen Daten in der Eingabe müssen zum `format`-String passen oder die Interpretation der Eingabe wird abgebrochen
  - ▶ wenn im `format`-String normale Zeichen angegeben sind, müssen diese exakt so in der Eingabe auftauchen
  - ▶ wenn im `Format`-String eine `Format-Anweisung` (`%...`) angegeben ist, muß in der Eingabe etwas hierauf passendes auftauchen
    - ↳ diese Daten werden dann in den entsprechenden Typ konvertiert und über den zugehörigen Zeiger-Parameter der Variablen zugewiesen
- Die `scanf`-Funktionen liefern als Ergebnis die Zahl der erfolgreich an die Parameter zugewiesenen Werte

## C.6 Formatierte Eingabe

### 1 Bibliotheksfunktionen — Prototypen (Schnittstelle)

```
int scanf(char *format, /* Parameter */ ...);
int fscanf(FILE *fp, char *format, /* Parameter */ ...);
int sscanf(char *s, const char *format, /* Parameter */ ...);
```

- Die Funktionen lesen Zeichen von `stdin` (`scanf`), `fp` (`fscanf`) bzw. aus dem `char`-Feld `s`.
- `format` gibt an, welche Daten hiervon extrahiert und in welchen Datentyp konvertiert werden sollen
- Die folgenden Parameter sind Zeiger auf Variablen der passenden Datentypen (bzw. `char`-Felder bei `Format %s`), in die die Resultate eingetragen werden
- relativ komplexe Funktionalität, hier nur Kurzüberblick für Details siehe Manual-Seiten

### 3 Format-Anweisungen

<code>%d</code>	<code>int</code>
<code>%hd</code>	<code>short</code>
<code>%ld</code>	<code>long int</code>
<code>%lld</code>	<code>long long int</code>
<code>%f</code>	<code>float</code>
<code>%lf</code>	<code>double</code>
<code>%Lf</code>	<code>long double</code>
analog auch <code>%e</code> oder <code>%g</code>	
<code>%c</code>	<code>char</code>
<code>%s</code>	String, wird automatisch mit <code>'\0'</code> abgeschl.

- nach `%` kann eine Zahl folgen, die die maximale Feldbreite angibt
  - `%3d` = 3 Ziffern lesen
  - `%5c` = 5 char lesen (Parameter muß dann Zeiger auf `char`-Feld sein)
    - ▶ `%5c` überträgt exakt 5 char (hängt aber kein `'\0'` an!)
    - ▶ `%5s` liest max. 5 char (bis *white space*) und hängt `'\0'` an
- Beispiele:
 

```
int a, b, c, d, n;
char s1[20]="XXXXXX", s2[20];
n = scanf("%d %2d %3d %5c %s %d",
          &a, &b, &c, s1, s2, &d);
```

Eingabe: 12 1234567 sowas hmm  
Ergebnis: n=5, a=12, b=12, c=345  
s1="67 soX", s2="was"